

NO. 1

Your ref. SCEI 16,084

our ref. PA073

SCEI ref. SC98023 USoc

02775869 **Image available**
IMAGE PROCESSOR

Pub. No.: 01-073469 [JP 1073469 A]

Published: March 17, 1989 (19890317)

Inventor: WATANABE TOSHIRO

OBA AKIO

Applicant: SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application No.: 62-230581 [JP 87230581]

Filed: September 14, 1987 (19870914)

INTL CLASS: International Class: 4] G06F-015/62; H04N-013/00

JAPIO Class: 45.4 (INFORMATION PROCESSING -- Computer Applications); 44.6
(COMMUNICATION -- Television)

Journal: Section: P, Section No. 893, Vol. 13, No. 291, Pg. 166, July 06, 1989
(19890706)

ABSTRACT

PURPOSE: To securely obtain depth information even if a luminance level smoothly changes by setting parallex data obtained based on the characteristic quantities of respective fine areas in an picked up image to mean and continuously changing parallex data in a horizontal scanning direction, a vertical scanning direction and interframe.

CONSTITUTION: In the fine areas of the picked up image, parallex data DF(sub 0)-DF(sub 5) which have been detected based on the characteristic quantities DFR, DFC and DFL are made into mean for respective fine areas, and an interpolating processing and a smoothing processing are executed in the horizontal scanning direction, the vertical scanning direction and interframe. Even if plural corresponding points are detected, or even they are not detected, parallex data which continuously change in respective fine areas can be obtained. Thus, depth information can securely be obtained based on parallex data even if an object to be measured is a natural body.

JAPIO (Dialog® File 347): (c) 1999 JPO & JAPIO. All rights reserved.

No.1
PA073

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-73469

⑬ Int. Cl.

G 06 F 15/62
H 04 N 13/00

識別記号

4 1 5

庁内整理番号

8419-5B
6680-5C

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全25頁)

⑮ 発明の名称 画像処理装置

⑯ 特 願 昭62-230581

⑰ 出 願 昭62(1987)9月14日

⑱ 発 明 者 渡 辺 敏 郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 ⑱ 発 明 者 大 場 章 男 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 ⑲ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 田辺 恵基

明 細 書

1. 発明の名称

画像処理装置

2. 特許請求の範囲

光軸が同一平面上で、互いに平行になるように配置された複数の撮像装置と、

上記撮像装置から得られる撮像画像の微小領域について、上記各微小領域の特徴を表す特徴量を検出する特徴量検出回路と、

上記複数の撮像装置から得られた撮像画像間において、上記複数の撮像装置の配置方向に同一の上記特徴量を有する上記微小領域を検出して、上記同一の特徴量を有する微小領域間の視差データを出力する対応点検出回路と、

上記対応点検出回路から出力される視差データを上記各微小領域ごとに平均化する平均化回路と、

上記平均化回路から出力される平均化された視差データを上記撮像画像の水平走査方向に補間処

理する補間回路と、

上記補間回路から出力される補間処理された視差データを上記撮像画像の垂直走査方向に平滑処理する平滑回路と、

上記平滑回路から出力される平滑処理された視差データを上記撮像画像のフレーム間で平滑処理する平滑回路と

を具備することを特徴とする画像処理装置。

3. 発明の詳細な説明

以下の順序で本発明を説明する。

A 産業上の利用分野

B 発明の概要

C 従来の技術

D 発明が解決しようとする問題点

E 問題点を解決するための手段(第1図、第2図、第5図、第7図、第20図)

F 作用(第1図、第2図、第5図、第7図、第20図)

G 実施例

特開昭64-73469 (2)

- (G1) 撮像部の構成 (第1図～第5図)
- (G2) 画像データ処理装置の構成 (第1図、第5図、第6図)
- (G3) 特徴量検出回路の構成 (第1図、第6図～第13図)
- (G4) 対応点検出回路の構成 (第1図、第14図～第19図)
- (G5) 深度地図作成回路の構成 (第1図、第20図～第30図)
- (G6) 動画像解析認識装置の構成 (第1図及び第31図)
- (G7) 実施例の動作 (第1図～第31図)
- (G8) 実施例の効果
- (G9) 他の実施例
- H 発明の効果

A 産業上の利用分野

本発明は画像処理装置に関し、例えば被測定対象の外形形状を認識する形状認識装置等に適用して好適なものである。

立体視すれば、各撮像装置間において視差が生じ、当該視差の大きさが撮像装置から被測定対象までの深度に応じて変化する。

従つて視差の大きさを検出するようにすれば、撮像装置から被測定対象までの深度情報を得ることができる。

さらに被測定対象に代えて撮像装置から得られる撮像画像の各微小領域について視差の大きさを検出するようにすれば、各微小領域について深度情報を得ることができる。

従つて撮像装置から得られる画像情報について、当該深度情報に基づいて被測定対象の画像情報か、背景の画像情報かを判別し得、これにより被測定対象の画像情報を抽出して外形形状を認識することができる。

従つてこの手法によれば、動画像部分を抽出して被測定対象の外形形状を認識する場合に比して、被測定対象が静止物体の場合でも適用することができると共に被測定対象の一部分だけが動いた場合、撮像装置全体が移動した場合、照明が変化し

B 発明の概要

本発明は、画像処理装置において、立体視した撮像画像の微小領域について、その特徴量に基づいて得られる視差データを各微小領域で平均化した後、当該視差データが水平走査方向、垂直走査方向、フレーム間で連続的に変化するよう処理して深度情報を得るようにしたことにより、自然動画像においても確実に深度情報を得ることができる。

C 従来の技術

従来、この種の形状認識装置においては、被測定対象を立体視することにより、撮像装置を介して得られる撮像画像の微小領域について、それぞれ撮像装置までの深度情報を得、当該深度情報に基づいて被測定対象の外形形状を認識するようになされたものが提案されている(特開昭60-199291号公報、特開昭60-199292号公報、特開昭60-199293号公報)。

すなわち複数の撮像装置を用いて被測定対象を

た場合等においても被測定対象の外形形状を認識することができる。さらに撮像装置から被測定対象までの深度が変化するような場合でも、当該深度情報に基づいて、被測定対象の実際の大きさを認識することができる。

このため、この種の形状認識装置においては、画像処理装置を用いて深度情報を得るにつき、複数の撮像装置から得られる画像情報に基づいて、例えば輪郭部分を抽出して当該撮像装置の撮像画像間で対応する点(すなわち、被測定対象又は背景の同一微小領域を撮像してなる点でなり、以下対応点と呼ぶ)を得た後、当該対応点相互のずれ量(すなわち視差の大きさでなる)に基づいて撮像画像上の微小領域の深度情報を得るようになされている。

D 発明が解決しようとする問題点

ところが、この種の画像処理装置においては、例えば通りを通行する人や自動車のような自然物体を被測定対象として深度情報を得る場合におい

特開昭64-73469 (3)

ては、未だ不十分な問題があつた。

すなわちこのような自然物体を撮像して得られる撮像画像（以下自然動画像と呼ぶ）においては、被測定対象の輝度レベルが全体として滑らかに変化することから、輪郭を抽出することが困難な場合が生じ、実用上撮像装置を介して得られた自然動画像から対応点を抽出することが困難になつたり逆に複数の対応点が得られたりする問題があつた。

従つてこの場合、正しい深度情報を得ることが実用上困難になり、形状認識装置においては、正確に外形形状を認識することが困難な問題があつた。

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、自然動画像でも確実に深度情報を得ることができる画像処理装置を提案しようとするものである。

E問題点を解決するための手段

かかる問題点を解決するため本発明においては、光軸 L_R 、 L_C 、 L_L が同一平面上で、互いに平

行になるように配置された複数の撮像装置31R、31C、31Lと、撮像装置31R、31C、31Lから得られる撮像画像 M_{R1} 、 M_{C1} 、 M_{L1} の微小領域Sについて、各微小領域Sの特徴を表す特徴量 D_{R1} 、 D_{R2} 、 D_{R3} を検出する特徴量検出回路PRE_R、PRE_C、PRE_L、43R、43C、43Lと、複数の撮像装置31R、31C、31Lから得られた撮像画像 M_{R1} 、 M_{C1} 、 M_{L1} 間において、複数の撮像装置31R、31C、31Lの配置方向xに同一の特徴量 D_{R1} 、 D_{R2} 、 D_{R3} を有する微小領域Sを検出して、同一の特徴量を有する微小領域S間の視差データ D_{R1} 、 D_{R2} 、 D_{R3} 、 D_{C1} 、 D_{C2} 、 D_{C3} を出力する対応点検出回路47と、対応点検出回路47から出力される視差データ D_{R1} 、 D_{R2} 、 D_{R3} 、 D_{C1} 、 D_{C2} 、 D_{C3} を各微小領域Sごとに平均化する平均化回路61と、平均化回路61から出力される平均化された視差データ D_{R1} を撮像画像 M_{R1} 、 M_{C1} 、 M_{L1} の水平走査方向に補間処理する補間回路62と、補間回路62から出力される補間処理された視差データ D_{R1} を

撮像画像 M_{R1} 、 M_{C1} 、 M_{L1} の垂直走査方向に平滑処理する平滑回路63、64、65と、平滑回路63、64、65から出力される平滑処理された視差データ D_{R1} を撮像画像 M_{R1} 、 M_{C1} 、 M_{L1} のフレーム間で平滑処理する平滑回路67、68、69とを具えるようにする。

F作用

撮像画像 M_{R1} 、 M_{C1} 、 M_{L1} の微小領域Sについて、特徴量 D_{R1} 、 D_{R2} 、 D_{R3} に基づいて検出された視差データ D_{R1} 、 D_{R2} 、 D_{R3} 、 D_{C1} 、 D_{C2} 、 D_{C3} を各微小領域Sごとに平均化した後、水平走査方向と垂直走査方向及びフレーム間で補間処理及び平滑処理することにより、複数の対応点が検出された場合でも対応点が検出されないような場合でも、各微小領域Sで連続的に変化する視差データを得ることができる。従つて当該視差データに基づいて、被測定対象が自然物体の場合でも確実に深度情報を得ることができる。

G実施例

以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

第1図において、1は全体として形状認識装置を示し、歩行人物でなる自然物体を被測定対象にして、その外形形状を認識し得るようになされている。

すなわち、画像処理装置2において撮像部3で撮像した自然動画像の画像データ D_{R1} 、 D_{R2} 及び D_{R3} を画像データ処理装置4に受け、当該自然動画像を微小領域に分割してそれぞれ深度情報を得る。

画像データ処理装置4

さらに当該深度情報に基づいて撮像部3から各微小領域の深度を表してなる自然動画像に対応する深度地図を得、動画像解析認識装置5において当該深度地図に基づいて被測定対象の外形形状を認識し得るようになされている。

(G1)撮像部の構成

第2図に示すように、撮像部3は、光軸 L_R 、 L_C 及び L_L が同一平面上で互いに平行になり、

特開昭64-73469 (4)

かつ水平方向 x に等間隔に配置された3台の撮像装置31R、31C及び31Lで被測定対象を立体視するようになされている。

すなわち基台32の中央位置には、副基台33Cが固定され、当該副基台33C上に傾き補正機構34Cを介して撮像装置31Cが保持されるようになされている。

傾き補正機構34Cは、撮像装置31Cの光軸 L_c を回動中心として回動し得るようになされ、当該傾き補正機構34Cを操作することにより、撮像装置31Cの光軸 L_c を中心とする水平方向 x の傾きを補正し得るようになされている。

これに対して副基台33Cの両側に等距離だけ離れた位置には、それぞれ撮像装置31R及び31Lの撮像面の垂直軸を回動中心として回動し得るようになされた副基台33R及び33Lが取り付けられ、当該副基台33R及び33L上には、それぞれ撮像装置31R及び31Lの撮像面の水平軸を回動中心として回動し得るようになされた仰角補正機構35R及び35Lが取り付けられて

いる。

さらに仰角補正機構35R及び35L上には、撮像装置31R及び31Lの光軸 L_r 及び L_l を回動中心として回動し得るようになされた傾き補正機構34R及び34Lを介して撮像装置31R及び31Lが撮像装置31Cの高さ位置と同じ高さ位置になるように保持されている。

従つてそれぞれ副基台33R及び33Lと仰角補正機構35R及び35Lとを調整することにより、撮像装置31R及び31Lの光軸 L_r 及び L_l が撮像装置31Cの光軸 L_c と同一平面上に平行に位置するように調整し得、さらに傾き補正機構34R及び34Lを操作することにより、撮像装置31Cに対して撮像面の水平軸の傾きを補正することができる。

さらに撮像装置31R、31C及び31Lにおいては、ラスタ走査の位置を調整して当該撮像画面を水平走査方向及び垂直走査方向に微小範囲だけ可変調整し得るようになされている。

第3図に示すように、このように撮像装置31

R、31C及び31Lを配置すると、各撮像装置31R、31C及び31Lの絞り E_r 、 E_c 及び E_l から被測定対象P及び撮像面 M_r 、 M_c 及び M_l までの深度及び距離をそれぞれ値 F 及び f とおき、中央に設置した撮像装置31Cの光軸 L_c から被測定対象Pまでの水平距離を値 D とおくと、撮像装置31Cの撮像面 M_c において、次式

$$D/F = d_c/f \quad \dots\dots (1)$$

の関係式で表される値 d_c だけ撮像面 M_c の中心 O_c から水平走査方向 x に移動した水平位置に被測定対象Pの像 P_c を得ることができる。

これに対して撮像装置31R及び31Cと、31C及び31L間の距離を値 W_r 及び W_l とおくと、それぞれ撮像装置31R及び31Lの撮像面 M_r 及び M_l において、次式

$$(D - W_r)/F = d_r/f \quad \dots\dots (2)$$

$$(D + W_l)/F = d_l/f \quad \dots\dots (3)$$

の関係式で表される値 d_r 及び d_l だけ撮像面

M_r 及び M_l の中心 O_r 及び O_l から、水平走査方向 x に移動した水平位置に被測定対象Pの像 P_r 及び P_l を得ることができる。

従つて(1)式及び(2)式を変形して次式

$$d_r - d_c = -W_r \cdot f / F \quad \dots\dots (4)$$

の関係式が得られると共に、(1)式及び(3)式を変形して、次式

$$d_l - d_c = W_l \cdot f / F \quad \dots\dots (5)$$

の関係式を得ることができる。

従つて被測定対象Pの深度 F が変化すると、当該深度 F に反比例して中央に設置した撮像装置31Cに対する両側の撮像装置31R及び31Lの視差の大きさ(すなわち(4)式及び(5)式において $d_r - d_c$ 及び $d_l - d_c$ で表される値)が変化し、当該視差の大きさを検出することにより、被測定対象Pまでの深度 F を検出することができる。

ところが實際上撮像画像を微小領域に分割して

特開昭64-73469 (5)

各微小領域の深度情報を得る場合においては、誤りの発生を避け得ない。

この実施例においては、3台の撮像装置31R、31C及び31Lを用いて被測定対象Pを撮像することにより、撮像装置31R及び31Cと、撮像装置31C及び31Lとの間でそれぞれ視差の大きさを検出することができ、その分深度情報における誤りの発生を未然に防止することができる。

従つて第4図及び第5図に示すように、撮像部3で例えばほぼ無限遠に近い深度F₀の位置に配置された平板を背景Cとして中央の撮像装置31Cの光軸L_c上で深度F₀の位置に配置された球状の被測定対象P₀を撮像する場合においては、撮像画像M₀₁、M_{0c}及びM_{0l}において、背景Cがほぼ無限遠に近い位置にあることから背景Cの中心C₀と各撮像画像M₀₁、M_{0c}及びM_{0l}の画像中心O₀₁、O_{0c}及びO_{0l}とが一致した視差のない画像を得ることができる。

これに対して被測定対象P₁は、深度F₁が浅く、その中心P_{1c}が中央の撮像装置31Cの光軸

L_c上にあることから、当該中央の撮像装置31Cの撮像画像M_{0c}においては、画像中心O_{0c}と被測定対象P₁の中心P_{1c}とが一致した画像が得られ、これに対して左右の撮像装置31L及び31Rからは、深度F₁に対応して深度d_{1l}及びd_{1r}だけ撮像画像M_{1l}及びM_{1r}の画像中心O_{1l}及びO_{1r}から被測定対象P₁の中心P_{1c}の位置がずれた(すなわち値d_{1l}及びd_{1r}の大きさの視差が生じた)画像が得られる。

さらに、この実施例においては、撮像装置31R、31C及び31Lを等間隔で配置したことから、距離W_r及びW_lについて、次式

$$W_r = W_l \quad \dots \dots (6)$$

の関係式を得ることができ、(4)式、(5)式及び(6)式に基づいて、次式

$$d_{1l} - d_{1c} = d_{1c} - d_{1r} \quad \dots \dots (7)$$

の関係式を得ることができる。

従つて撮像装置31R及び31Cと撮像装置3

1C及び31L間において値の等しい視差を得ることができ、撮像装置31R、31C及び31Lから得られる撮像画像M₀₁、M_{0c}及びM_{0l}を画像処理するに際し、中央の撮像装置31Cから得られる撮像画像M_{0c}に対してその両側に配置した撮像装置31R及び31Lから得られる撮像画像M₀₁及びM_{0l}を同じように画像処理することができる。

従つてその分画像処理装置2(第1図)全体の構成を簡略化することができる。

すなわち第5図においては、中央の撮像装置31Cから得られる撮像画像M_{0c}に対して、左右の撮像装置31L及び31Rから得られる撮像画像M_{0l}及びM_{0r}において生じる視差の大きさd_{0l}及びd_{0r}が等しい値になり、中央の撮像画像M_{0c}に対して左右の撮像画像M_{0l}及びM_{0r}を同じように画像処理すれば良いことが分かる。

さらに撮像装置31R、31C及び31Lにおいては、光軸L_r、L_c及びL_lに対する水平方向の傾きと、撮像装置31Cの光軸L_cに対する

撮像装置31R及び31Lの光軸L_r及びL_lの平行ずれを、それぞれ光軸L_r、L_c及びL_lと撮像面の水平軸及び垂直軸を基準にして機械的に独立して調整することができ、その分当該撮像部3の光学系の調整作業を簡略化することができる。

さらに、撮像画像の画像中心の調整作業を別途電気的に調整するようにしたことにより、上述の撮像装置31R、31C及び31Lの光軸L_r、L_c及びL_lの機械的な調整作業から独立して調整し得、かくして撮像部全体として簡易な作業で調整することができる。

(G2) 画像データ処理装置の構成

画像データ処理装置4(第1図)は、第6図に示すように3台の撮像装置31R、31C及び31L(第2図)から出力された画像データD_{0r}、D_{0c}及びD_{0l}をそれぞれローパスフィルタ回路41R、41C及び41Lとサンプリング回路42R、42C及び42Lで構成された前置回路PRE_r、PRE_c及びPRE_lに与える。

特開昭64-73469 (6)

ローパスフィルタ回路41R、41C及び41Lは、それぞれ2次元のデジタルフィルタ回路で構成され、画像データ D_{1R} 、 D_{1C} 及び D_{1L} の中から、歩行人物の認識に実用上十分な範囲で低い周波数成分を抽出する。

これに対してサンプリング回路42R、42C及び42Lは、ローパスフィルタ回路41R、41C及び41Lを介して画像装置31R、31C及び31Lの画素単位で得られる画像データを垂直走査方向及び水平走査方向に所定ピッチでサンプリングして出力する。

その結果サンプリング回路42R、42C及び42Lから出力される画像データ D_{2R} 、 D_{2C} 及び D_{2L} のデータ量を画像認識に実用上十分な範囲で格段的に低減することができ、その分続く画像データ D_{1R} 、 D_{1C} 及び D_{1L} のデータ処理作業を簡略化することができる。

従つて当該画像データ処理装置4の先頭段に、当該ローパスフィルタ回路41R、41C及び41Lとサンプリング回路42R、42C及び42

Lを設けたことにより、画像データ処理装置4全体の構成を簡略化することができる。

さらにサンプリング回路42R、42C及び42Lの直前にローパスフィルタ回路41R、41C及び41Lを設けるようにしたことにより、サンプリング回路42R、42C及び42Lを介してサンプリング周波数が低くなった画像データ D_{1R} 、 D_{1C} 及び D_{1L} に高い周波数の信号成分が残つたままになることを未然に防止することができ、いわゆる折返しによるモフレの発生を有効に回避して続くデータ処理作業における誤りの発生を未然に防止することができる。

かくして、撮像画像 M_{1R} 、 M_{1C} 及び M_{1L} （第5図）を低解像度化して、サンプリング回路42R、42C及び42Lのサンプリング周波数のピッチで微小領域に細分割してなる画像データ D_{2R} 、 D_{2C} 及び D_{2L} を得ることができる。

(63)特徴量検出回路の構成

特徴量検出回路43R、43C及び43Lは、

サンプリング回路42R、42C及び42Lを介して得られる画像データ D_{2R} 、 D_{2C} 及び D_{2L} に基づいて、撮像画像 M_{1R} 、 M_{1C} 及び M_{1L} の各微小領域について輝度レベルの最も大きく変化する方向を検出する。

すなわち第7図に示すように、画像データ D_{2R} 、 D_{2C} 及び D_{2L} から、それぞれサンプリング回路42R、42C及び42Lで細分割された微小領域について、水平走査方向及び垂直走査方向に3つの微小領域 $S_{A-1,R}$ 、 $S_{A-1,C}$ 、 $S_{A-1,L}$ 、 $S_{A-2,R}$ 、 $S_{A-2,C}$ 、 $S_{A-2,L}$ 、 $S_{A-3,R}$ 、 $S_{A-3,C}$ 、 $S_{A-3,L}$ の画像データを順次抽出して、中央の微小領域 $S_{A-1,A-1}$ から斜め4方向A1～A4のうちどの方向へ最も輝度レベルが急激に変化しているか（以下特徴量と呼ぶ）を検出する。

すなわち特徴量検出回路43R、43C及び43Lは、それぞれ画像データ D_{2R} 、 D_{2C} 及び D_{2L} を直列接続された1H遅延回路44R及び45R、44C及び45Cと44L及び45Lに与える。

さらに特徴量検出回路43R、43C及び43Lは、それぞれロビンソンフィルタ回路でなる4種類の差分フィルタ回路 M_{1R} 、 M_{1C} 、 M_{1R} 及び M_{1C} 、 M_{1C} 、 M_{1C} 及び M_{1C} と M_{1L} 、 M_{1L} 、 M_{1L} 及び M_{1L} を備え、それぞれサンプリング回路42R、42C及び42Lから出力される画像データ $D_{2R(n)}$ 、 $D_{2C(n)}$ 及び $D_{2L(n)}$ と、1H遅延回路44R及び45R、44C及び45Cと44L及び45Lから出力される画像データ $D_{2R(n-1)}$ 及び $D_{2C(n-1)}$ 、 $D_{2C(n-1)}$ 及び $D_{2L(n-1)}$ と $D_{2L(n-1)}$ 及び $D_{2L(n-1)}$ を与えるようになされている。

従つて、差分フィルタ回路 M_{1R} ～ M_{1R} 、 M_{1C} ～ M_{1C} 及び M_{1L} ～ M_{1L} においては、それぞれサンプリング回路42R、42C及び42Lから出力される画像データ D_{2R} 、 D_{2C} 及び D_{2L} のうち撮像画像 M_{1R} 、 M_{1C} 及び M_{1L} の垂直走査方向に3ライン分の画像データ $D_{2R(n)} \sim D_{2R(n-2)}$ 、 $D_{2C(n)} \sim D_{2C(n-2)}$ 及び $D_{2L(n)} \sim D_{2L(n-2)}$ が並列入力され、当該画像データ $D_{2R(n)} \sim D_{2L(n-2)}$ を

特開昭64-73469 (7)

水平走査方向に3つの微小領域分ずつ取り込むことにより、矢印A1、A2、A3及びA4の各方向について輝度レベルの変化の大きさを検出する。

すなわち、差分フィルタ回路 $M_{11} \sim M_{12}$ 、 $M_{13} \sim M_{14}$ 及び $M_{21} \sim M_{22}$ は、第8図～第11図に示すように、垂直走査方向及び水平走査方向にそれぞれ3つの重み付け量を割り当ててなる 3×3 のマトリックス状の方向差分マスク M_{11} 、 M_{12} 、 M_{13} 及び M_{14} を有し、当該方向差分マスク $M_{11} \sim M_{14}$ を用いて画像データ $D_{11(n)} \sim D_{14(n-2)}$ を順次重み付け処理することにより、方向差分マスク $M_{11} \sim M_{14}$ に対応する4つの方向への輝度レベルの変化量を検出する。

すなわち方向差分マスク M_{11} においては、矢印A1で示す方向の輝度レベルの変化量を得るようになされ、このため中央位置から矢印A1と直交する方向に値0の重み付け量が割り当てられると共に矢印A1の方向に値-2から値2までの重み付け量が割り当てられている。

これに対して方向差分マスク M_{12} においては、

矢印A2で示す方向の輝度レベルの変化量を得るようになされ、矢印A2と直交する方向に値0、矢印A2の方向に値-2から値2までの重み付け量が割り当てられている。

これに対して方向差分マスク M_{13} 及び M_{14} においては、それぞれ矢印A3及びA4で示す方向の輝度レベルの変化量を得られるようになされ、それぞれ方向差分マスク M_{13} 及び M_{14} と逆方向に値-2から値2までの重み付け量が割り当てられている。

差分フィルタ回路 $M_{11} \sim M_{14}$ は、それぞれ水平走査方向及び垂直走査方向に3つの画像データを方向差分マスク $M_{11} \sim M_{14}$ を用いて重み付けした後、その加算値を方向差分データとして出力する。

従つて微小領域 $S_{111} \sim S_{141}$ の輝度レベルが等しい場合においては、4種類の方向差分データが等しい値になるのに対し、例えば、方向A1に徐々に輝度レベルが上昇して行く場合は、当該方向A1に最も大きな値の重み付け量を割り当ててなる方向差分マスク M_{11} を用いて得られる方

向差分データが他の方向差分データに比して最も大きな値となる。

従つて各差分フィルタ回路 $M_{11} \sim M_{14}$ を介して得られる方向差分データの値を比較することにより、方向A1～A4のうちどの方向に最も輝度レベルが大きく変化しているかを検出することができる。

比較回路46R、46C及び46Lは、それぞれ差分フィルタ回路 $M_{11} \sim M_{12}$ 、 $M_{13} \sim M_{14}$ 及び $M_{21} \sim M_{22}$ から出力される方向差分データを受け、その値を比較して最も大きな値が得られた方向を微小領域 $S_{111} \sim S_{141}$ のうちの中心の微小領域 S_{111} の特徴量を表す特徴量データ D_{11} 、 D_{12} 及び D_{13} として出力する。

さらにこのとき方向差分データにおいて、それぞれ最も大きな値の方向差分データが得られない場合（例えば、微小領域 $S_{111} \sim S_{141}$ の間で輝度レベルが等しい場合や、矢印B1～B4に示す方向に最も輝度レベルの変化が大きい場合（第7図））は、当該微小領域 S_{111} の特徴量

は無特徴として出力する。

従つて第5図に対応して第12図に示すように背景Gは平面でなることから、ほぼ全面で輝度レベルが等しくなり、このような場合においては値0で表すような無特徴の領域として背景Gの部分の特徴量が検出される。

これに対して第13図に示すように、被測定対象 P_1 において、撮像部3側から照明して（第4図）、被測定対象 P_1 の中心 P_{10} で最も輝度レベルが高くなり、周辺に行くに従つて輝度レベルが低下するようになされている場合においては、被測定対象 P_1 の中心 P_{10} を通る水平軸及び垂直軸を境にして、中心 P_{10} に向かう方向にそれぞれ矢印A1～A4で示す方向に輝度レベルの最も大きく変化する領域が得られる。

従つて比較回路46R、46C及び46Lを介して得られる特徴量を、矢印A1、A2、A3及びA4に対応してそれぞれ値1、2、3及び4で表すと、無特徴量0の領域上に円形状を4分割してそれぞれ値1、2、3及び4の特徴量が検出

特開昭64-73469 (8)

されてなる領域を得ることができる。

この実施例においては、かかる値0～4の特徴量値に基づいて各微小領域の対応点を検出して深度情報を得るようになされている。

実際上特徴量として、輝度レベルの変化が最も大きい方向を矢印A1～A4に加えて矢印B1～B4の方向(第7図)にも検出して対応点を得る方法も考えられるが、このようにすると自然動画像においては対応点が誤検出されるおそれがあり、このためこの実施例においては、斜め方向に4つ、それ以外の方向については無特徴として計5つの特徴量を検出して微小領域の対応点を検出するようになされている。

かくして、比較回路46R、46C及び46Lを介して、撮像画像 M_{11} 、 M_{c1} 及び M_{L1} を微小領域に分割した後、それぞれ無特徴を含めて5つの特徴量を割り当ててなる撮像画像 M_{11} 、 M_{c1} 及び M_{L1} に対応する3つの特徴量分布図 M_{r1} 、 M_{rc1} 及び M_{l1} を得ることができる。

かくして、輝度レベルが最も大きく変化する方

向を特徴量として用いて対応点を検出するようにすれば、輪郭を抽出してこれを特徴点として用いる場合に比して格段的に低い周波数の信号成分を処理すれば良く、その分画像処理装置4全体の構成を簡略化することができる。

さらに輪郭抽出の困難な自然物体を被測定対象とする場合でも確実に特徴量を検出できるので、当該特徴量に基づいて対応点を得るようにすれば、自然動画像の場合でも確実に深度情報を得ることができる。

さらに特徴量として輝度レベルを用いる方法も考えられるが、このような場合においてはそれぞれ撮像装置から得られる画像データの全体の信号レベルのばらつきを補正する必要があり、その分この実施例によれば全体として簡易な構成で特徴量を検出することができる。

(G4)対応点検出回路の構成

第14図に示すように、対応点検出回路47は、それぞれ特徴量検出回路43R、43C及び43

Lから出力される特徴量データ D_{r1} 、 D_{rc1} 及び D_{l1} を順次受け、これに基づいて対応点を検出すると共に当該対応点の視差データを検出する。

すなわち、3つの撮像装置31R、31C及び31Lを介して得られる撮像画像 M_{11} 、 M_{c1} 及び M_{L1} (第5図)においては、撮像部3(第4図)からの深度F₀がほぼ無限大の位置に配置された背景Gの画像が同一位置に得られることから、当該背景Gでなる視差の生じていない領域(以下視差0の領域と呼ぶ)については3つの撮像装置31R、31C及び31Lから同じタイミングで画像データ D_{11} 、 D_{c1} 及び D_{L1} (第6図)を得ることができる。

従つて中央の撮像装置31Cから得られた特徴量データ D_{rc1} に対して、それぞれ同じタイミングで右及び左の撮像装置31R及び31Lから得られた特徴量データ D_{r1} 及び D_{l1} を比較するようにすれば、視差0の領域を検出することができる。

これに対して、深度Fが小さな領域においては、その分視差が大きくなることから、右及び左の撮

像装置31R及び31Lの撮像画像 M_{11} 及び M_{L1} 上においては、中央の撮像装置31Cから得られる撮像画像 M_{c1} 上における当該深度の小さな領域の表示位置に対して、視差分だけ左及び右にずれた位置に当該深度の小さな領域が表示される。

従つて当該深度の小さな領域においては、当該領域が左及び右にずれて表示された分だけ中央の撮像装置31Cから得られる画像データ D_{c1} に対してそれぞれ進み及び遅れたタイミングで右及び左の撮像装置31R及び31Lから画像データ D_{11} 及び D_{L1} を得ることができる。

従つて、同じタイミングで特徴量データ D_{r1} 、 D_{rc1} 及び D_{l1} を比較することにより、視差0の領域を検出することができるのに対し、それぞれ中央の撮像装置31Cから得られる特徴量データ D_{rc1} に対して遅れ及び進んだタイミングで右及び左の撮像装置31R及び31Lから得られる特徴量データ D_{r1} 及び D_{l1} を比較するようにすれば、当該遅れ及び進ませたタイミングに相当する視差の領域を検出することができる。

特開昭64-73469 (9)

かかる測定原理に基づいて、対応点検出回路47は、3つの撮像装置31R、31C及び31Lから得られる特徴量データ D_{ra} 、 D_{rc} 及び D_{rl} をそれぞれ同じタイミングで比較すると共に中央の撮像装置31Cから得られる特徴量データ D_{rc} に対して所定量だけずらしたタイミングで右及び左の撮像装置31R及び31Lから得られる特徴量データ D_{ra} 及び D_{rl} を比較する。

すなわち対応点検出回路47は、中央の撮像装置31Cから得られる特徴量データ D_{rc} を遅延時間が値 d_t の遅延回路48Cを介して比較回路49R0、49R1、49R2、49R3、49R4、49R5及び49L0、49L1、49L2、49L3、49L4、49L5に与える。

これに対して右側の撮像装置31Rから得られる特徴量データ D_{ra} をそれぞれ遅延回路48R0、48R1、48R2、48R3、48R4及び48R5を介して比較回路49R0、49R1、49R2、49R3、49R4及び49R5に与えると共に左側の撮像装置31Lから得られる特徴

量データ D_{rl} をそれぞれ遅延回路48L0、48L1、48L2、48L3、48L4及び48L5を介して比較回路49L0、49L1、49L2、49L3、49L4及び49L5に与える。

遅延回路48R0及び48L0の遅延時間は、遅延回路48Cと同じ遅延時間 d_t に設定され、これに対して遅延回路48R1は、当該遅延時間 d_t に対して、所定時間 Δd_t だけ遅延時間 d_t に $+\Delta d_t$ が長くなるようになされている。

さらに遅延回路48R2は、遅延回路48R0及び48R1の遅延時間 d_t 及び $d_t + \Delta d_t$ の差 Δd_t の2倍の遅延時間 $2\Delta d_t$ だけ遅延回路48R0よりも遅延時間 $d_t + 2\Delta d_t$ が長くなるようになされ、続いて遅延回路48R3、48R4及び48R5の順に遅延時間が値 $3\Delta d_t$ 、 $4\Delta d_t$ 及び $5\Delta d_t$ だけ長くなるようになされている。

これに対して左側の撮像装置31Lから得られる特徴量データ D_{rl} が入力される遅延回路48L1、48L2、48L3、48L4及び48L5

は、右側の撮像装置31Rから得られる特徴量データ D_{ra} の遅延回路48R1、48R2、48R3、48R4及び48R5とは逆に遅延回路48R0に対して遅延回路48R1、48R2、48R3、48R4及び48R5の遅延時間 d_t 、 $+\Delta d_t$ 、 $d_t + 2\Delta d_t$ 、 $d_t + 3\Delta d_t$ 、 $d_t + 4\Delta d_t$ 及び $d_t + 5\Delta d_t$ が延びた分(Δd_t 、 $2\Delta d_t$ 、 $3\Delta d_t$ 、 $4\Delta d_t$ 、 $5\Delta d_t$)、遅延回路48L0の遅延時間 d_t に対して遅延時間 $d_t - \Delta d_t$ 、 $d_t - 2\Delta d_t$ 、 $d_t - 3\Delta d_t$ 、 $d_t - 4\Delta d_t$ 及び $d_t - 5\Delta d_t$ が順次短くなるようになされている。

これに対して比較回路49R0～49L5は、それぞれ遅延回路48C、48R0～48L5を介して入力される特徴量データ D_{rc} 、 D_{ra} 及び D_{rl} の特徴量が一致したとき、論理レベルが論理「1」に立ち上がる視差データ D_{ara} 、 D_{arl} 、 D_{arc} 、 D_{arl} 、 D_{arl} 及び D_{arl} と、 D_{arl} 、 D_{arl} 、 D_{arl} 、 D_{arl} 及び D_{arl} を出

力する。

その結果、遅延時間の等しい遅延回路48R0、48C及び48L0を介して、同じタイミングで3つの撮像装置31R、31C及び31Lから得られた特徴量データ D_{ra} 、 D_{rc} 及び D_{rl} が得られ、それぞれ比較回路49R0及び49L0で特徴量を比較することにより、視差0の領域を検出することができる。

すなわち第15図に示すように、特徴量分布図 M_{ra} 及び M_{rc} と、 M_{rc} 及び M_{rl} (第12図)を重ね合わせてその特徴量を比較するにつき、それぞれ特徴量が値1～4の円形形状の領域以外の領域で一致結果が得られ、かくして背景Cの微小領域で対応点を検出すると共に当該領域について視差0の視差データを得ることができる(第15図(A)及び(B))。

これに対して遅延回路48R1及び48L1を介して、それぞれ遅延時間 Δd_t だけ遅延回路48Cから得られる特徴量データ D_{rc} に比して遅れ及び進んだタイミングで特徴量データ D_{ra} 及び

特開昭64-73469 (10)

D_{rl} を得ることができる。

従つて比較回路49R1及び49L1を介して比較結果を得ることにより、遅延時間 Δd_1 に相当する大きさの視差を生じた領域（以下視差1の領域と呼ぶ）の対応点を検出すると共に当該領域の視差データを得ることができる。

さらに遅延回路48R2及び48L2を介してそれぞれ遅延時間2 Δd_1 だけずれたタイミングで特徴量データ D_{rs} 及び D_{rl} を得ることができ、比較回路49R2及び49L2を介して当該遅延時間2 Δd_1 に相当する大きさの視差を生じた領域（以下視差2の領域と呼ぶ）の対応点及び視差データを検出することができる。

かくして、比較回路49R0、49R1、49R2、49R3、49R4及び49R5を介してそれぞれ視差0、視差1、視差2、視差3、視差4及び視差5における、中央及び右側に配置した画像装置31C及び31Rから得られる特徴量データ D_{rc} 及び D_{rs} の対応点及びその視差データ D_{a0r} 、 D_{a1r} 、 D_{a2r} 、 D_{a3r} 、 D_{a4r} 及び

D_{a5r} を得ることができる。

同様に比較回路49L0、49L1、49L2、49L3、49L4及び49L5を介してそれぞれ視差0、視差1、視差2、視差3、視差4及び視差5における、中央及び左側の画像装置31C及び31Lから得られる特徴量データ D_{rc} 及び D_{rl} の対応点及びその視差データ D_{a0l} 、 D_{a1l} 、 D_{a2l} 、 D_{a3l} 、 D_{a4l} 及び D_{a5l} を得ることができる。

ここで、この実施例においては、遅延時間2 Δd_1 に相当する視差2の領域が、球状の被測定対象P₁（第4図）を配置した位置の深度F₁によつて生じる視差にはほぼ一致するようになされている。

従つて第12図に対応して第16図に示すように、比較回路49R2及び49L2に輸入される特徴量データ D_{rs} 及び D_{rl} においては、その特徴量分布図 M_{rs} 、 M_{rc} 及び M_{rl} を遅延時間2 Δd_1 だけ視差が減少する方向にずらしたタイミングで特徴量データが輸入され（第16図（A）、（B

）及び（C））、視差2の領域でなる被測定対象P₁の画像位置が中央の画像装置31Cから得られる特徴量分布図 M_{rc} 上の位置と一致したタイミングの特徴量分布図 M_{rs} 及び M_{rl} を得ることができる。

従つて第17図に示すように、比較回路49R2及び49L2を介して円形状でなる被測定対象P₁の部分で対応点を検出することができる（第17図（A）及び（B））。

ところが實際上、このように画像画像を微小領域に分割して5つの特徴量で表すようにすると、全体の微小領域に等しい割合で5つの特徴量が割り当てられた場合においては、視差が異なる場合でも、次式

$$Q_n = 1/5 \quad \dots\dots (8)$$

で表される確率で、1つの微小領域に対して特徴量が一致する微小領域が得られる。

實際上第16図及び第17図に対応して第18図及び第19図に示すように、視差1の領域につ

いて対応点を検出する場合においては、被測定対象P₁の視差の大きさの1/2の大きさでなることから、中央の画像装置31Cから得られる特徴量データ D_{rc} （第18図（B））に対してそれぞれ右及び左の画像装置31R及び31Lを介して得られる特徴量データ D_{rs} 及び D_{rl} （第18図（A）及び（C））を比較した際に被測定対象P₁の一部に、一致結果が得られ、対応点が誤検出されることが分かる（第19図（A）及び（B））。

従つてこの実施例においては、対応する比較回路49R0及び49L0、49R1及び49L1、49R2及び49L2、49R3及び49L3、49R4及び49L4と49R5及び49L5から得られる視差データ D_{a0r} 及び D_{a0l} 、 D_{a1r} 及び D_{a1l} 、 D_{a2r} 及び D_{a2l} 、 D_{a3r} 及び D_{a3l} 、 D_{a4r} 及び D_{a4l} と D_{a5r} 及び D_{a5l} をそれぞれアンド回路50、51、52、53、54及び55に輸入して、その論理積を出力することにより、対応点の誤検出を未然に防止するようになされている。

特開昭64-73469 (11)

すなわち、アンド回路50、51、52、53、54及び55を介して論理値を得るようにすれば、それぞれ遅延回路48R0～48L5から得られる特徴量データ D_{rs} 、 D_{rc} 及び D_{rl} の3重積が得られ、(8)式に対して次式

$$Q_{rs} = 1/5^3 \quad \dots\dots (9)$$

で表される値に対応点の誤検出の確率を低減することができる。

その結果アンド回路50、51、52、53、54及び55を介してそれぞれ第15図(C)、第17図(C)及び第19図(C)に示すような特徴量分布図で表される対応点及びその深度情報を備えてなる視差0、視差1、視差2、視差3、視差4、視差5の視差データ D_{rs} 、 D_{rc} 、 D_{rl} 、 D_{rs} 、 D_{rc} 及び D_{rl} を得ることができる。

(G5) 深度地図作成回路の構成

第20図に示すように、深度地図作成回路60は、対応点検出回路47から出力される視差デ

ータ D_{rs} 、 D_{rc} 、 D_{rl} 、 D_{rs} 、 D_{rc} 及び D_{rl} に基づいて、中央の撮像装置31Cを介して得られた撮像画像 M_{c1} の各微小領域について深度情報を割り当ててなる深度地図を作成する。

實際上、対応点検出回路47を介して検出される対応点においては多くの誤検出された対応点を含んでなり、これから正しい対応点を検出して深度情報を得る必要がある。

例えば第21図にそれぞれ遅延回路48R0、48C及び48L0を介して得られる特徴量データ D_{rs} 、 D_{rc} 、 D_{rl} を示すように、視差が3で6つの微小領域 $S_{..}$ 、 $S_{..}$ 、 $S_{..}$ 、 $S_{..}$ 、 $S_{..}$ 及び $S_{..}$ が値1の特徴量で連続する被測定対象においては、同じタイミングで特徴量を比較してもアンド回路50～52において3重積を得ることにより、当該微小領域 $S_{..}$ ～ $S_{..}$ において、対応点の誤検出が未然に防止される。

ところが、第22図に示すように、視差1だけタイミングをずらした状態で特徴量を比較すると(すなわち遅延回路48R1、48C及び48L

1を介して得られる特徴量データ D_{rs} 、 D_{rc} 及び D_{rl} に基づいてアンド回路51から得られる視差データ D_{rl} でなる)、微小領域 $S_{..}$ 及び $S_{..}$ で一致結果が得られて対応点が誤検出される(以下偽対応点と呼ぶ)。

続いて視差2のタイミングで比較すると(すなわち遅延回路48R2、48C及び48L2を介して得られる特徴量データ D_{rs} 、 D_{rc} 及び D_{rl} に基づいてアンド回路52から得られる視差データ D_{rl} でなる)、それぞれ微小領域 $S_{..}$ 、 $S_{..}$ 、 $S_{..}$ 及び $S_{..}$ で一致結果が得られて偽対応点検出される。

これに対して第23図に示すように、視差3のタイミングで比較すると(すなわちアンド回路53から出力される視差データ D_{rs} でなる)、特徴量分布図 M_{rs} 、 M_{rc} 及び M_{rl} が微小領域 $S_{..}$ ～ $S_{..}$ の間で完全に重なり合つて、微小領域 $S_{..}$ ～ $S_{..}$ の間で6個の正しい対応点を検出することができる。

従つて第24図に対応点及び偽対応点を記号「

○」を用いて示すように、視差を順次切り換えたタイミングで特徴量を比較することにより、それぞれ正しい対応点P。の他に、微小領域 $S_{..}$ 及び $S_{..}$ と $S_{..}$ 及び $S_{..}$ でそれぞれ2個及び4個の偽対応点P。が得られる。

實際上3重積をとつた結果を示す第17図(C)及び第19図(C)においても、正しい視差のタイミングで比較してしないにもかかわらず、一致結果が得られる領域(すなわち、円形状の被測定対象を囲む背景Gの一部領域)がある。

さらに第25図、第26図及び第27図に示すように、視差3で特徴量1及び0の2つの微小領域が等間隔で連続する微小領域 $S_{..}$ ～ $S_{..}$ を備えた被測定対象においては、同じタイミングで特徴量を比較すると微小領域 $S_{..}$ 及び $S_{..}$ で偽対応点検出されるのに対し、視差1のタイミングで特徴量を比較すると、対応点検出されない状態が生じた後、視差3のタイミングで微小領域 $S_{..}$ ～ $S_{..}$ に正しい対応点検出される。

従つてこのような場合においては、第24図に

特開昭64-73469 (12)

対応して第28図に示すように、視差3のタイミングで正しい対応点 P_n が得られるのに対し、微小領域 S_{n-1} 及び S_{n+1} においては、それとは別にそれぞれ視差0及び6のタイミングで偽対応点 P_{n0} が検出される。

また、これとは逆に撮像装置31R、31C及び31Lを水平方向にずらして配置したことにより、深度の浅い被測定対象によつて深度の深い部分が掩蔽され、これにより対応点を検出できない領域が生じる（すなわち第15図(C)における三日月形状に論理レベルが論理「0」になる背景Cの一部領域）。

また被測定対象の表面で生じる鏡面反射によつてもこのような現象が生じるおそれがある。

この実施例においては、かかる問題点を解決するため、複数の対応点が得られた微小領域においては、当該対応点から得られる複数の視差データを平均化することにより、1つの視差データを得るようになされている。

さらに続いて当該視差データを撮像画像の水平

走査方向に補間処理した後、垂直走査方向及びフレーム間で平滑化処理することにより、対応点の得られないような微小領域があつても、全体として連続的に深度が変化する自然動画像に近い深度の分布を表してなる深度地図を作成する。

このため、深度地図作成回路60は、視差データ $D_{r0} \sim D_{rs}$ を平均化回路61に与え、これを平均化する。

すなわち、第29図に撮像画像の水平走査方向に微小領域 $S_1 \sim S_{10}$ でなる1ライン分の視差データ $D_{r0} \sim D_{rs}$ をとつて示すように、複数の視差データ $D_{r0} \sim D_{rs}$ において論理「1」が得られる微小領域 S_1 、 S_2 、 S_3 及び S_4 においては（第29図(A)）、その中間値の視差データ D_{r2} 及び D_{r3} が抽出され（第29図(B)）、かくして視差データ $D_{r0} \sim D_{rs}$ を平均化してなる視差データ D_{r2} を得ることができる。

補間回路62は、平均化された視差データ D_{r2} を受け、視差データ $D_{r0} \sim D_{rs}$ が得られなかつた微小領域に直線補間の手法を用いて、前後の微小

領域に対して連続的に視差が変化するようにより視差データを生成し（この場合は微小領域 S_1 及び S_2 に視差データ D_{r2} を生成する（第29図(C)））、かくして水平走査方向に連続的に深度が変化する視差データ D_{r2} を生成して（第29図(C)）直列接続された1H遅延回路63及び64に出力する。

平滑回路65は、補間回路62から出力される補間処理された視差データ D_{r2} を直接受けると共に、それぞれ1H遅延回路63及び64を介してそれぞれ1ライン分遅延した視差データ D_{r2n1} 及び D_{r2n2} を受け、これを平滑化して出力する。

従つて補間回路62を介して水平走査方向に滑らかに変化するようになされた視差データ D_{r2} に対して、平滑回路65を介して垂直走査方向に滑らかに変化するようになされた視差データ D_{r2} を得ることができる。

かくして、1H遅延回路63及び64と平滑回路65は、全体として補間処理された視差データ D_{r2} を撮像画像 M_{r1} 、 M_{r2} 及び M_{r3} の水平走査方

向に平滑処理する平滑回路を構成する。

かくしてこの実施例においては、当該視差データ D_{r2} に基づいて深度地図を作成するにつき、被測定対象でなる自然物体及び背景に対して撮像部側から弾性板を押しつけて、撮像部側に当該弾性板を突出させたような3次元の曲面モデル（以下弾性板モデルと呼ぶ）を形成する。

すなわち深度地図変形回路67は、第30図に示すように、例えば視差4に相当する深度でなる平板の弾性板モデル H_{101} を有し、予め当該弾性板モデル H_{101} （第30図(A)）の深度データ D_{r101} （すなわち視差データ D_{r2} に対応してなる）を動画像解析認識装置5（第1図）に出力すると共に1フレーム遅延回路68を介して比較回路69に与える。

比較回路69は、当該深度データ D_{r101} と共に平滑回路65を介して得られる視差データ D_{r2} （第30図(B)）を受け、各微小領域 $S_1 \sim S_{10}$ について順次大小比較結果を深度地図変形回路67に出力する。

特開昭64-73469 (13)

この場合、微小領域 $S_1 \sim S_n$ のうち微小領域 S_1 及び S_n において一致結果が得られるのに対し、微小領域 $S_2 \sim S_{n-1}$ においては、平滑回路 65 を介して得られる視差データ D_{rr} の方が深度の大きな比較結果が得られ、微小領域 $S_2 \sim S_{n-1}$ においては、これとは逆に深度の小さな比較結果が得られる。

深度地図変形回路 67 は、当該比較結果に基づいて、各微小領域について 1 単位ずつ（この場合は視差 0.5 に相当し、微小領域 $S_2 \sim S_{n-1}$ においては視差 4 を視差 3.5 に、微小領域 $S_2 \sim S_{n-1}$ については視差 4 を視差 4.5 に）深度データ $D_{r(i)}$ を変形して（第 30 図（C））、その結果得られる深度データ $D_{r(i)}$ （第 30 図（D））を送出する。

かくして、微小領域 $S_1 \sim S_n$ の方向に断面を取つて示す弾性板モデル $H_{(i)}$ （第 30 図（A）及び（B））を深度データ D_{rr} に基づいて変形処理してなる弾性板モデル $H_{(i)}$ （第 30 図（D））を得ることができる。

場合でも、自然動画像に近い、緩やかにかつ連続的に深度が変化する弾性板モデル $H_{(i)}$ を得ることができる。

かくして、各微小領域について視差データを平均化処理した後補間処理することにより、水平走査方向に連続する視差データ D_{rr} が得られ、続いて平滑処理することにより、垂直走査方向に連続する視差データ D_{rr} が得られる。

さらに当該視差データ D_{rr} について、フレームごとに反復して弾性板モデルを変形処理することにより、時系列的に滑らかに連続する深度データ $D_{r(i)}$ を得ることができる。

従つて反復して変形処理された当該弾性板モデルを用いて被測定対象の形状を認識するにつき、静止物体の深度が得られると共に、各微小領域の深度データの変化で移動物体であることを検出することができる。

このようにフレームごとに徐々に弾性板モデルを変形させるようにすると、實際上移動物体に対して深度値の変化が遅れて得られることを避け得

続いて、当該深度データ $D_{r(i)}$ と、平滑回路 65 を介して得られる続くフレームの視差データ D_{rr} （第 30 図（E））との比較結果が比較回路 69 を介して得られ（この場合微小領域 S_1 及び S_n において一致結果が得られるのに対し、微小領域 $S_2 \sim S_{n-1}$ においては平滑回路 65 を介して得られる視差データ D_{rr} の方が深度の大きい比較結果が得られ、微小領域 $S_2 \sim S_{n-1}$ においては、これとは逆に深度の小さな比較結果が得られる）、当該比較結果に基づいて微小領域 $S_2 \sim S_{n-1}$ 及び $S_2 \sim S_{n-1}$ につき深度データ $D_{r(i)}$ の深度が 1 単位ずつ更新される（第 30 図（F））。

かくして、深度データ $D_{r(i)}$ において、視差データ D_{rr} で表される深度に変形された弾性板モデル $H_{(i)}$ （第 30 図（G））を得ることができる。

かくして 1 フレームごとに弾性板モデル $H_{(i)}$ を視差データ D_{rr} に基づいて微小深度ずつ変形処理することにより、フレーム間で視差データ D_{rr} を平滑化処理し得、例えば雑音等によつてフレーム間において深度データが急激に変動するような

ない。ところが、歩行人物を被測定対象としてその外形形状を認識するような場合においては、フレーム間でこのように反復して弾性板モデルを変形するようにしても、実用上十分な範囲で被測定対象の外形形状を認識することができる。

かくして、深度地図変形回路 67、1 フレーム遅延回路 68 及び比較回路 69 は、平滑処理された視差データ D_{rr} をフレーム間で平滑処理する平滑回路を構成する。

かくするにつき、画像データ処理装置 4 においては、撮像画像 $M_{(i)}$ 、 $M_{(i)}$ 及び $M_{(i)}$ を微小領域に分割して、各微小領域について順次特徴量を検出した後、続いて遅延回路 48 R0 ~ 48 L5 を介して順次比較処理して深度データ $D_{r(i)}$ を得るようにしたことにより、画像データを順次時系列処理することができ、かくして極めて高速度で深度データを得ることができる。従つて、リアルタイムの手法を用いて撮像画像の深度地図を得ることができると共に、その分画像データ等の記憶手段を設ける必要がないので、全体として簡易な構成

特開昭64-73469 (14)

の画像処理装置を得ることができる。

(G6) 動画像解析認識装置の構成

動画像解析認識装置5(第1図)は、演算処理装置で構成され、画像処理装置2から出力された深度データ $D_{r(i)}$ に基づいて被測定対象の外形形状を認識処理する。

すなわち第31図に示すように、ステップSP1からステップSP2に移つて撮像部3から画像データが得られた後、ステップSP3に移つて画像処理装置2から深度データ $D_{r(i)}$ が得られると、ステップSP4に移つて深度地図を所定の深度領域ごとに切断する。

その結果弾性板モデルでなる深度地図を切断することから、当該深度地図を等間隔で順次切り出してなる複数の領域(以下抽出領域と呼ぶ)が得られ、当該深度領域を所定の値に設定することにより、深度地図から被測定対象の外形形状を切り出すことができる。

続いて画像解析認識装置5は、ステップSP5

ここで例えば縦に細長い外形形状の移動物体で深度データに基づいて算出された高さが1.8(m)程度の被測定対象の場合は、当該被測定対象が大人の人間であることが分かり、例えば横方向に細長い長さ数10(cm)の被測定対象の場合は小動物であることが分かる。

画像解析認識装置は、続いてステップSP9に移つて、上述の認識結果に基づいて例えば大人の人物が撮像画像の右から左へ移動した等のメッセージをプリンタに出力した後、ステップSP10に移つて当該処理手順を終了する。

かくして、自然動画像に基づいて被測定対象の深度情報を得、これに基づいて当該被測定対象の外形形状を認識することができる。

(G7) 実施例の動作

以上の構成において、撮像部3を介して得られた撮像画像 $M_{r(i)}$ 、 $M_{c(i)}$ 及び $M_{l(i)}$ は、ローパスフィルタ回路41R、41C及び41Lとサンプリング回路42R、42C及び42Lを介して微小領

域に移つて当該抽出領域にそれぞれラベリングを施した後、続いてステップSP6に移つて各抽出領域の解析を行う。

すなわちラベリングが施された各抽出領域について、外形形状の輪郭から例えば横に細長い形状、縦に細長い形状等を解析する。

画像解析認識装置5は、続いてステップSP6に移つてラベリングを施した抽出領域がフレーム間でどのように変形するかを解析して当該抽出領域でなる被測定対象の運動を検出する。

例えば縦に細長い外形形状をした抽出領域が全体として大きくなるように変形すると、当該外形形状の被測定対象が深度の大きい遠方から深度の小さい近方へ移動したことが分かる。

画像解析認識装置5は、かかる検出結果に基づいて続いてステップSP7に移つて例えば縦に細長い外形形状の被測定対象が遠方から近方へ移動したことを表す抽出領域の外形形状とその運動方向を表すGKO情報を作成した後、ステップSP8に移つて当該外形形状の物体を認識する。

域に分割された後、差分フィルタ回路 $M_{10} \sim M_{11}$ を介して各方向A1～A4の輝度レベルの変化の大きさが検出される。

比較回路46R、46C及び46Lを介して方向差分フィルタ回路 $M_{10} \sim M_{11}$ の検出結果から各微小領域の最も大きく輝度レベルが変化する方向が特徴量として検出され、特徴量データ D_{ra} 、 D_{rc} 及び D_{rl} として出力される。

当該特徴量データ D_{ra} 、 D_{rc} 及び D_{rl} は、遅延回路48R0～48L5を介して比較回路49R0～49L5に入力され、画像装置31R、31C及び31Lの配置方向xに、遅延回路48R0～48L5の遅延時間の分だけずれたタイミングで比較処理されることにより、同一の特徴量を有してなる微小領域がそれぞれ対応点として検出されると共にその視差データを得ることができる。

当該検出結果は、アンド回路50～55を介して論理積が得られ、かくして3つの画像装置31R、31C及び31Lから得られた特徴量データ D_{ra} 、 D_{rc} 及び D_{rl} について、タイミングをそれ

特開昭64-73469 (15)

それぞれして特徴量を比較してなる3重積の視差データ $D_{r,0} \sim D_{r,2}$ が得られる。

当該視差データ $D_{r,0} \sim D_{r,2}$ は、平均化回路61を介して平均化処理された後、補間回路62を介して水平走査方向に補間処理されて、かくして当該水平走査方向に連続する視差データ $D_{r,0}$ が得られる。

当該視差データ $D_{r,0}$ は、平滑回路65を介して平滑処理されることにより垂直走査方向に連続する視差データ $D_{r,0}$ に変換され、当該視差データ $D_{r,0}$ が比較回路69及び深度地図変形回路67に入力されて時系列的に連続する深度データ $D_{r,0}$ が生成される。かくして撮像画像に対応して深度情報の2次元的な配置を表す深度地図を弾性板モデルでなる3次元の曲面データとして得ることができる。

当該深度データ $D_{r,0}$ は、動画像解析認識装置5に入力されて深度領域ごとに抽出された後、ラベリング処理が施されて外形形状とその運動方向を表すGKO情報が作成される。

さらに当該GKO情報に基づいて演算処理されることにより、被測定対象及びその移動を記述したメッセージが出力される。

(68)実施例の効果

以上の構成によれば、撮像画像の微小領域の特徴量に基づいて得られた視差データを、各微小領域ごとに平均化処理した後、水平走査方向、垂直走査方向及びフレーム間で、補間処理及び平滑化処理して連続的に視差データが変化するようにしたことにより、複数の対応点が見られる場合や対応点が見出されないような場合等においても、確実に各微小領域の視差データを見出し得、かくして自然動画像中の被測定対象の深度情報を確実に検出することができる。

(69)他の実施例

(69-1)撮像部の他の実施例

なお上述の実施例においては、光軸が同一平面上で互いに平行になるように3台の撮像装置を等

間隔に配置した場合について述べたが、配置の間隔は等間隔に限らず、広く適用することができる。なおこの場合、特徴量を比較する2台の撮像装置間の間隔に応じてタイミングをずらして特徴量データを比較すれば良い。

さらに上述の実施例においては、3台の撮像装置を用いた場合について述べたが、撮像装置の数は3台に限らず、要は複数台数設けて立体視するようにすれば良い。

また上述の実施例においては、3台の撮像装置を水平方向に3台並べた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は光軸が同一平面内で互いに平行にさえ配置すれば、例えば垂直方向に並べるようにしても良い。

(69-2)画像データ処理装置の他の実施例

(i) 前置回路

なお上述の実施例においては、ローパスフィルタ回路及びサンプリング回路を介して画像データを所定ピッチでサンプリングすることにより、当

該サンプリングのピッチで撮像画像を微小領域に分割する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、撮像部から得られる撮像画像の画素数が実用上十分に少ない場合、又は続く特徴量検出回路等の処理速度が実用上十分速い場合は、当該ローパスフィルタ回路及びサンプリング回路を省略して、微小領域として画素単位で画像データをデータ処理するようにしても良い。

(ii) 特徴量検出回路

さらに上述の実施例においては、 3×3 の方向差分マスクを用いて、斜め4方向に輝度レベルの変化の大きさを検出して特徴量を検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば 4×4 の方向差分マスクを用いたり、輝度レベルの微分値を用いるようにしても良い。

さらに上述の実施例においては、斜め4方向に輝度レベルの変化の大きさを検出して、これに基づいて輝度レベルが最も大きく変化する方向の特徴量として検出する場合について述べたが、輝度レベルの変化する方向は4方向に限らず、例えば

特開昭64-73469 (16)

これに横方向を加えて6方向に特徴量を検出するようにしても良い。

さらに、輝度レベルの変化方向だけでなく、例えば輝度レベルを4値化してこの値を特徴量として用いたり、輝度レベルの傾きの大きさを用いたり、さらには画像データに基づいてその同位成分を特徴量として用いるようにしても良く、さらにはこれらを組み合わせて特徴量を表すようにしても良い。

またその際用いる画像データも輝度レベルだけに限らず、色データ等を用いて特徴量を検出するようにしても良い。

(3) 対応点検出回路

さらに上述の実施例においては、中央の撮像装置から得られる撮像画像を基準にして、右及び左側に配置した撮像装置から得られる撮像画像の特徴量を比較する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば左側の撮像装置から得られる撮像画像を基準にしてそれぞれ中央及び右側に配置した撮像装置から得られる撮像画像の特徴量

を比較するようにしても良い。

さらに上述の実施例においては、右側及び左側に配置した撮像装置から得られる特徴量データをそれぞれ6個の遅延回路を介して中央の撮像装置から得られる特徴量データと比較する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、必要に応じて遅延回路の数及びその遅延時間を選定すれば良い。

さらに上述の実施例においては、比較回路及びアンド回路を用いて、特徴量データの3重積でなる視差データを得るようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、直接3つの撮像装置から得られる特徴量データを比較してその3重積でなる視差データを得るようにしても良い。

さらにこの場合撮像装置の数が3台以外の例えば2台の撮像装置を用いる場合は、単に比較回路の出力を視差データとして出力すれば良く、その分全体構成を簡略化し得る。またこれとは逆に、例えば4台の撮像装置を用いる場合は、その特徴量データの4重積を視差データとして用いれば良

く、この場合さらに一段と確実に高い精度で対応点を検出すると共に視差データを得ることができ

(4) 深度地図作成回路

なお上述の実施例においては、視差データを平均化して水平走査方向に補間演算処理した後、垂直走査方向に3ライン分ごとに平滑化処理して1フレーム分の視差データを得るようにした場合について述べたが、平滑化処理する際に入力するライン数はこれに限らず実用上十分な範囲で種々の値を適用し得る。

さらに上述の実施例においては、1フレーム単位で出力される視差データを平滑回路を介して得られる視差データと比較して深度地図を変形処理するような場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は時系列的な積分効果を視差データに付与して出力すれば良い。

(G9-3) 画像処理装置全体の他の実施例

なお上述の実施例においては、被測定対象の外

形形状を認識して当該被測定対象及びその運動方向を記述出力する形状認識装置に本発明を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば被測定対象の外形形状に基づいてその個体数を検出する場合等広く適用することができる。

さらに上述の実施例においては、歩行人物を検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず種々の自然物体を撮像してなる自然動画像の画像処理装置、さらには自然動画像に限らず、静止自然物体や静止及び移動する人工物等の撮像画像の画像処理装置に広く適用することができる。

H 発明の効果

以上のように本発明によれば、撮像画像の各微小領域の特徴量に基づいて得られた視差データを平均化処理した後、当該視差データが水平走査方向、垂直走査方向及びフレーム間で連続して変化するようにしたことにより、確実に各微小領域の視差データを検出し得、かくして自然動画像のように輝度レベルが滑らかに変化するような場合で

特開昭64-73469 (17)

も確実に深度情報を得ることができる。

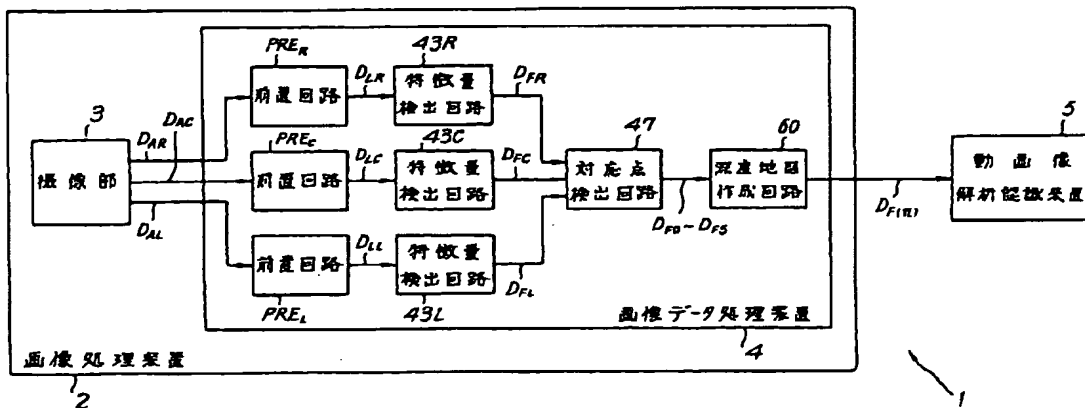
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による形状認識装置の一実施例を示すブロック図、第2図はその撮像部を示す斜視図、第3図はその測定原理の説明に供する略線的斜視図、第4図は立体視の説明に供する斜視図、第5図は撮像装置から得られる撮像画像を示す略線図、第6図は画像データ処理装置の一部を示すブロック図、第7図は特徴量の説明に供する略線図、第8図、第9図、第10図及び第11図は方向差分マスクを示す略線図、第12図は撮像画像上の特徴量の分布を示す略線図、第13図は被測定対象の輝度レベルの変化方向を示す略線的正面図、第14図は対応点検出回路を示すブロック図、第15図は視差0の場合の特徴量の比較の説明に供する略線図、第16図、第17図、第18図及び第19図は視差2及び視差1の場合の特徴量の比較の説明に供する略線図、第20図は深度地図作成回路を示すブロック図、第21図、第22図、

第23図、第24図、第25図、第26図、第27図及び第28図は偽対応点の説明に供する略線図、第29図は深度データの作成手順を示す略線図、第30図は弾性板モデルの作成手順を示す略線図、第31図は形状認識装置全体の処理手順を示すフローチャートである。

1 ……形状認識装置、2 ……画像処理装置、3 ……撮像部、4 ……画像データ処理装置、5 ……動画像解析認識装置、31R、31C、31L ……撮像装置、43R、43C、43L ……特徴量検出回路、47 ……対応点検出回路、60 ……深度地図作成回路。

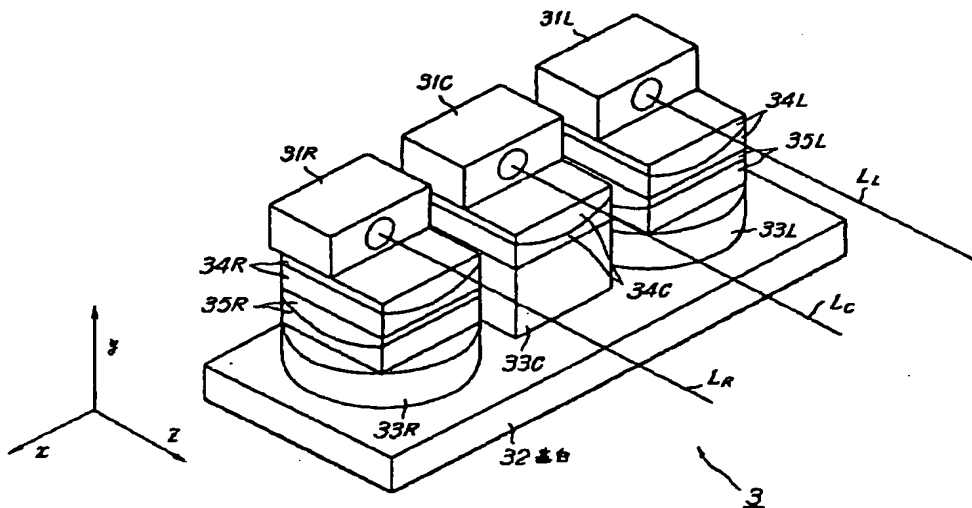
代理人 田 辺 恵 基



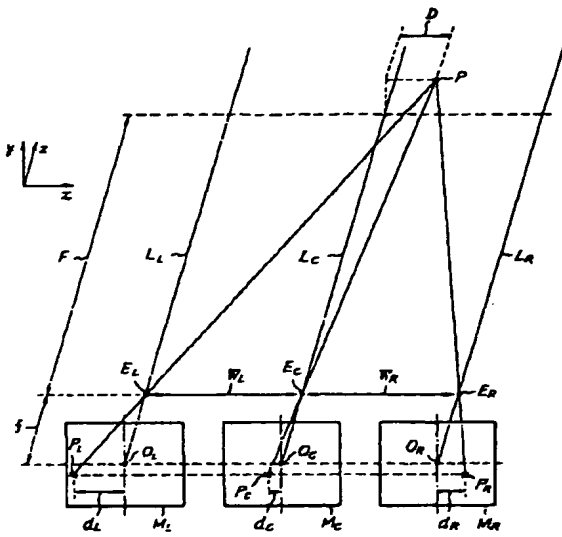
形状認識装置

第 1 図

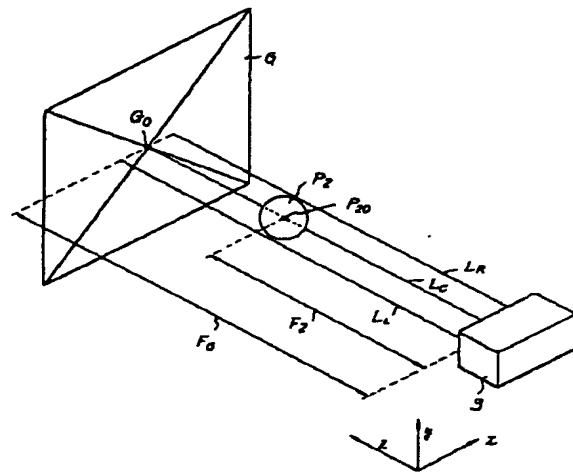
特開昭64-73469 (18)



撮像部
第2図

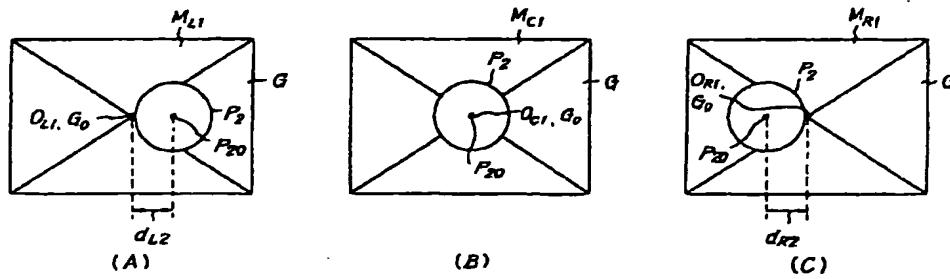


立体視の原理図
第3図

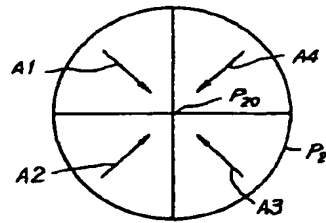


立体視
第4図

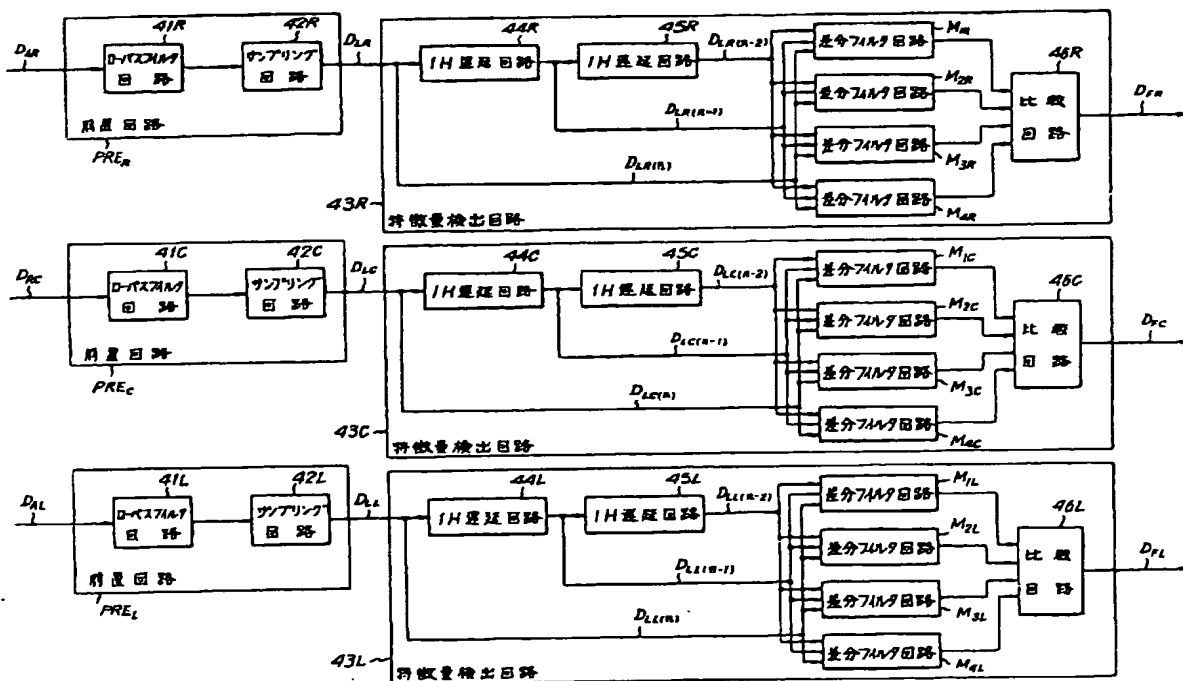
特開昭64-73469 (19)



(B)
撮像画像
第5図

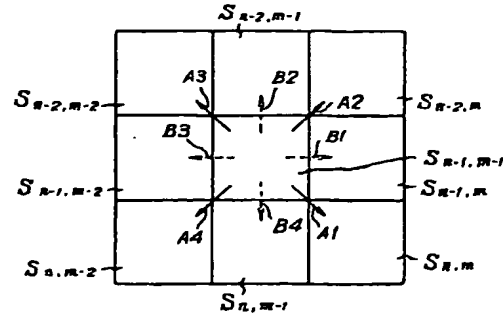


被測定対象の輝度の変化
第13図

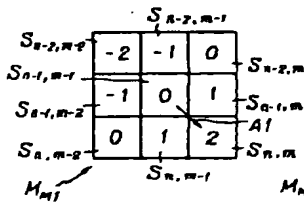


画像データ処理装置
第6図

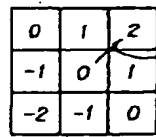
特開昭64-73469 (20)



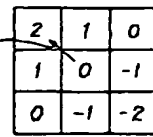
特徴量の検出
第7図



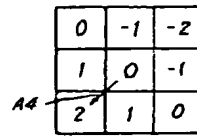
方向差分マスク
第8図



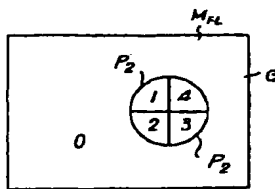
方向差分マスク
第9図



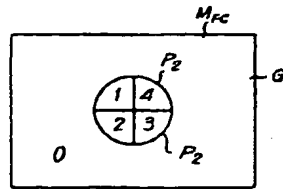
方向差分マスク
第10図



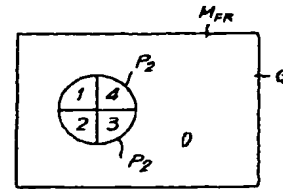
方向差分マスク
第11図



(A)

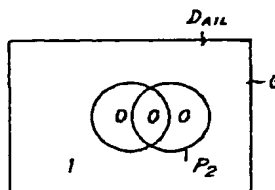


(B)

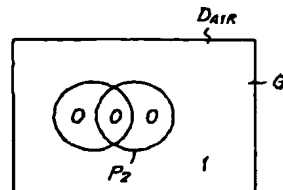


(C)

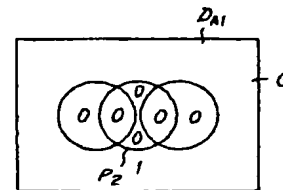
特徴量分布図
第12図



(A)



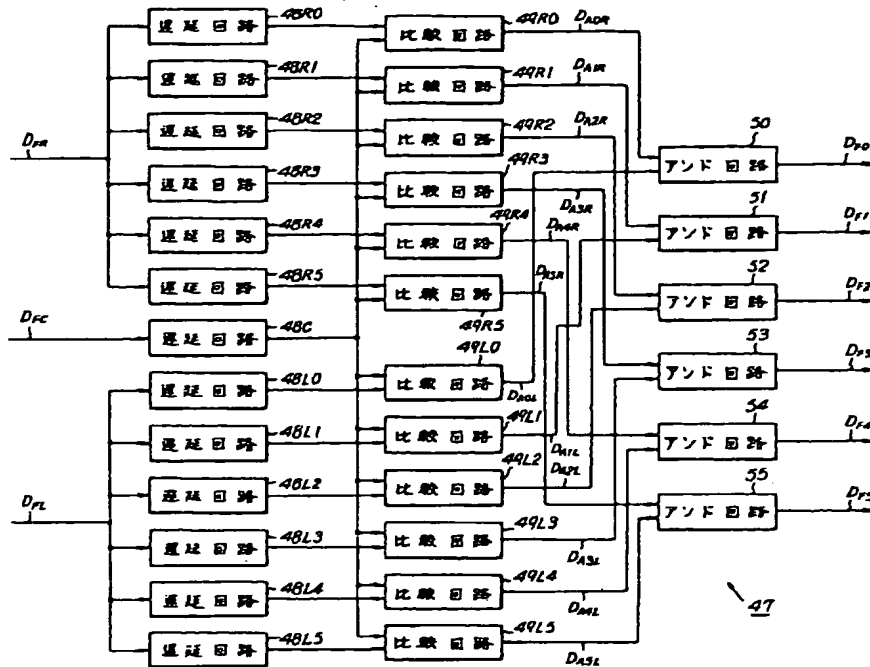
(B)



(C)

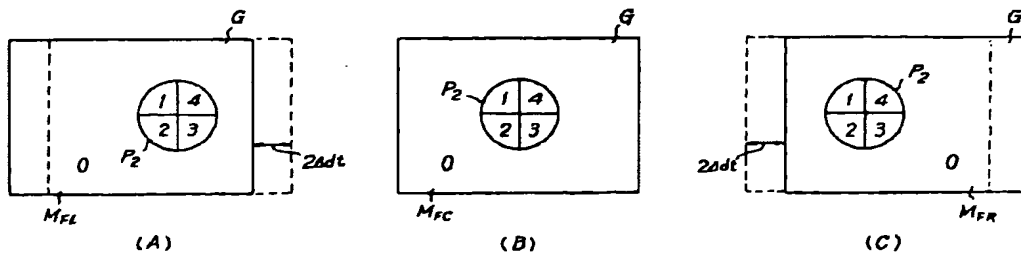
視差0の対応点
第15図

特開昭64-73469 (21)



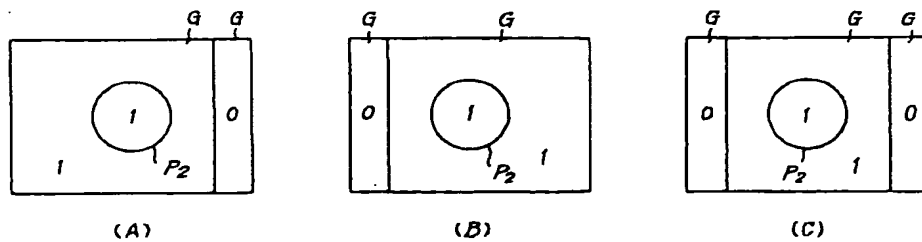
対応点検出回路

第 14 図



遅延回路を介して得られる特徴量分布図

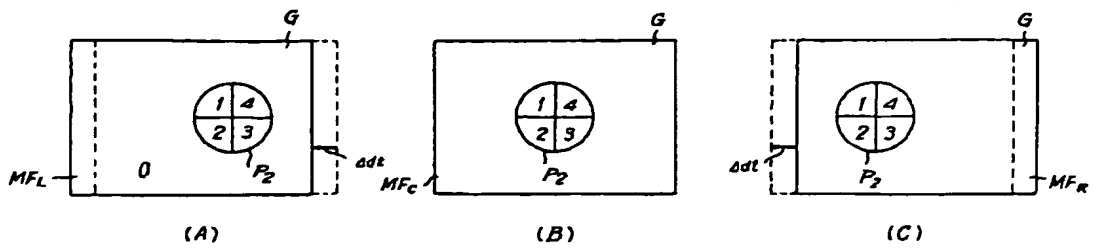
第 16 図



視差 2 の対応点

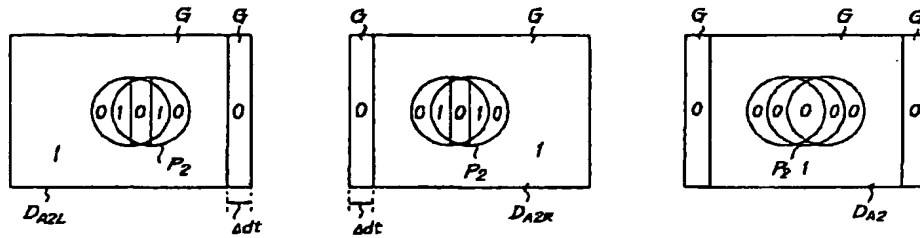
第 17 図

特開昭64-73469 (22)



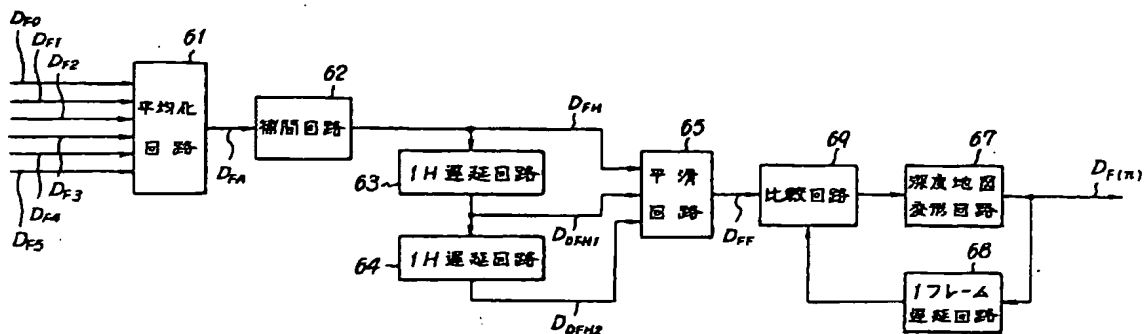
遅延回路を介した特徴量分布図

第 18 図



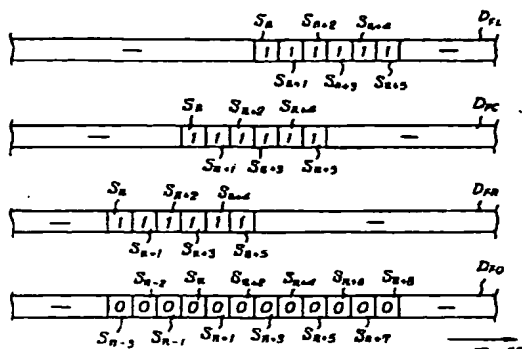
視点 1 の対応点

第 19 図

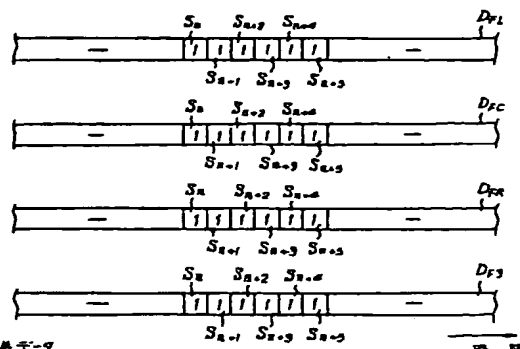


深度地図作成回路

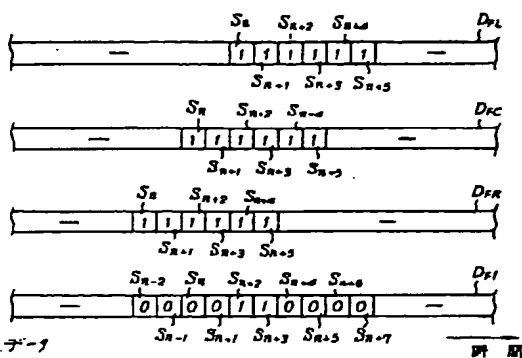
第 20 図



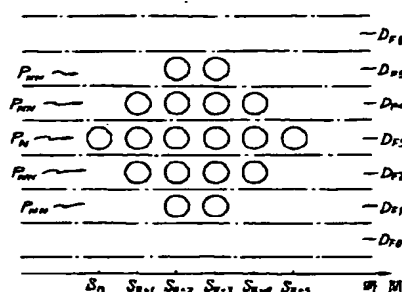
視差0の複素データ
第21図



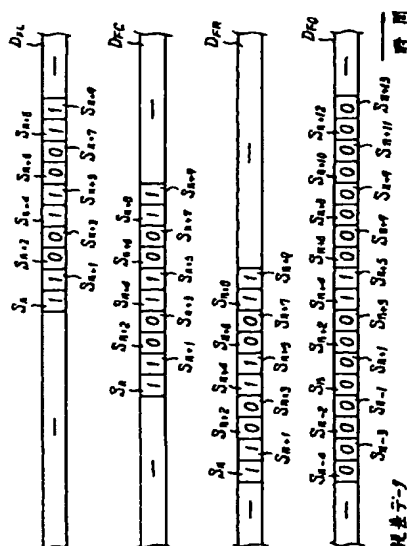
視差3の視差デ-タ
第 23 図



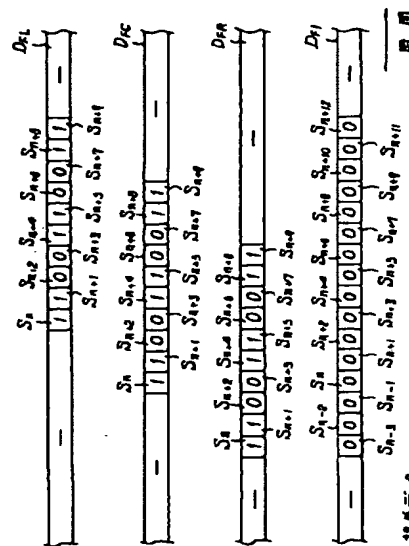
観量1の観量データ
第22図



規差 $\sigma = 7$
第 24 図

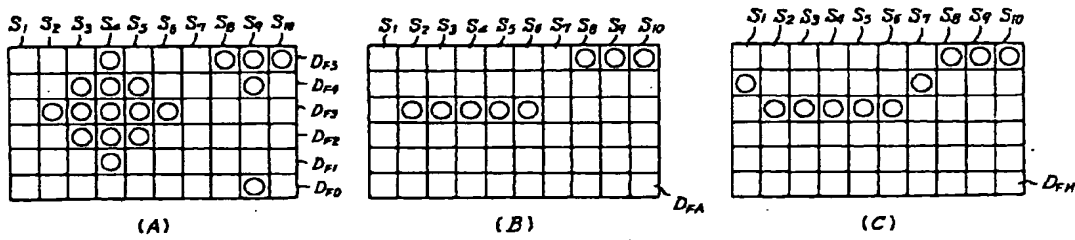
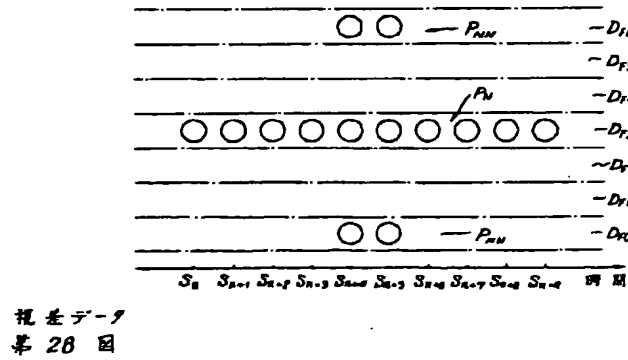
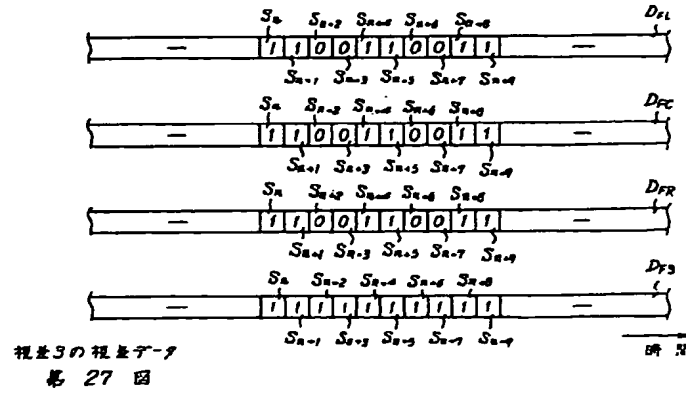


第 25 図



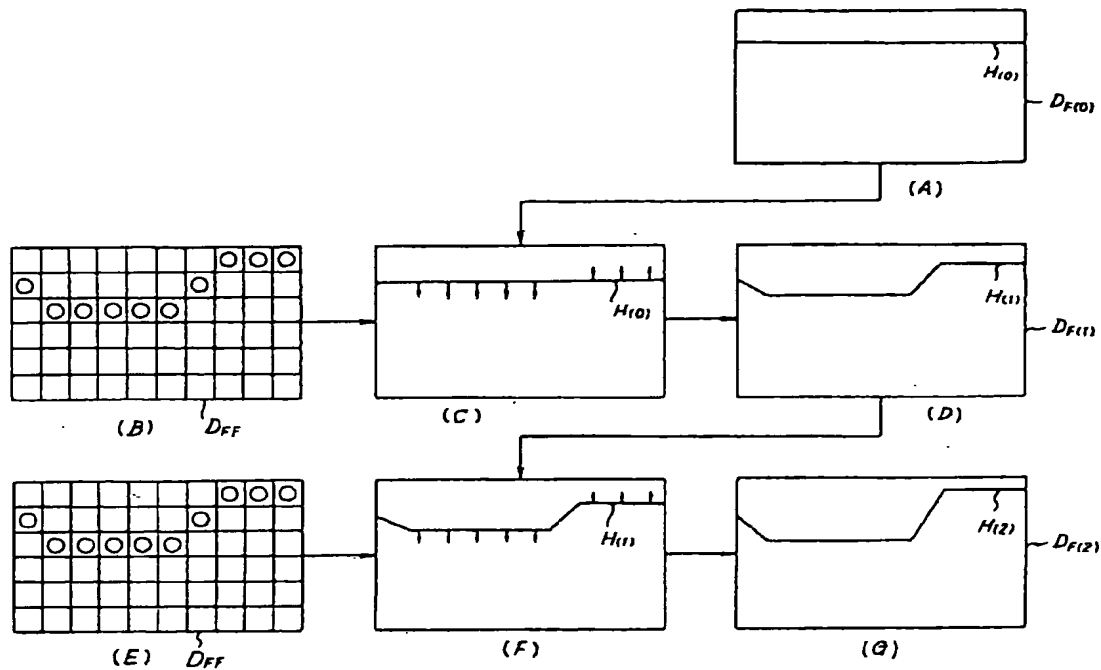
第26回 観望の観望者

特開昭64-73469 (24)

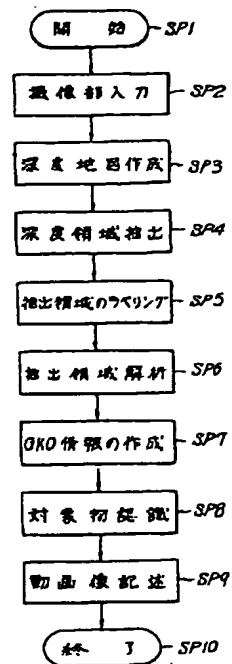


平滑化及び補間処理
第 29 図

特開昭64-73469 (25)



弾性板モデルの作成処理
第 30 図



処理手順
第 31 図